Rev. Protección Veg. Vol. 28 No. 1 (2013): 27-35

ARTÍCULO ORIGINAL

Primer informe de *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten afectando plántulas de aguacate (*Persea americana* Mill) en Colombia

G. Ramírez Gil[I], J.G. Morales Osorio[II]

[I]Ingeniero Agrónomo, estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Departamento de Ciencias Agronómicas. Campus El Volador, Bloque 11. A.A. 1779. Medellín, Colombia. Laboratorio de Estudios Moleculares en Las Ciencias Agrarias. Correo electrónico: jgramireg@unal.edu.co.

[II]PhD. Profesor, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Departamento de Ciencias Agronómicas. Medellín, Colombia. Correo electrónico: jgmoraleso@unal.edu.co

RESUMEN: En visita de campo a un cultivo de aguacate ubicado en el departamento de Antioquia en Colombia, se observaron plántulas con menos de un mes de trasplante al campo con síntomas de amarillamiento foliar, flacidez de las hojas, retraso en el crecimiento y pudrición de raíces, sintomatología asociada a la marchitez del aguacate. Basado en un diagnóstico de campo, las plantas enfermas se sometieron al tratamiento habitual para *Phytophthora cinnamomi* Rands,patógeno comúnmente asociado a la marchitez, sin obtener respuesta positiva. A partir de estas plantas se tomaron muestras de raíces y se trasladaron al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, donde se procesaron y se sembraron en los medios semi-selectivos para *Phytophthora* spp. V8-PARPH y V8-NARPH y PDA-acidificado (APDA) y V8 para hongos. Se aisló consistentemente el hongo *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten y en ningún caso *P. cinnamomi*. El aislamiento se inoculó en plantas de aguacate, las cuales mostraron amarillamiento y flacidez de las hojas, retraso en el crecimiento y pudrición de raíces, sintomatología común a la marchitez, que además concuerda con lo informado para la enfermedad conocida como pudrición negra de raíces de aguacate. De los tejidos de plantas inoculadas se pudo re-aislar el hongo confirmando todos los postulados de Koch. Los resultados encontrados en este trabajo sugirieron la presencia de esta enfermedad por primera vez en Colombia.

Palabras clave: *Cylindrocarpon destructans*, pudrición negra de raíces de aguacate.

First report of *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten affecting avocado (*Persea americana* Mill) seedling in Colombia

ABSTRACT: In a visit to an avocado plantation located in the department of Antioquia in Colombia, seedlings with less than one month of being transplanted to the field were observed with leaf yellowing, leaf flaccidity, growth delay and root rot, symptoms associated with avocado wilt. Based on a field diagnosis, the diseased plants were subjected to the habitual treatment for *Phytophthora cinnamomi* Rands, a pathogen commonly associated with the wilt, without a positive response. Samples were taken from these plants and transferred to the Plant Protection Laboratory of the National University of Colombia, headquarters Medellin, where they were processed and cultured on the semi-selective media for *Phytophthora* spp. V8-PARPH and V8-NARPH and acidified PDA (APDA) and V8 for fungi. *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten was the fungus consistently isolated; in any case, *P. cinnamomi was isolated*. The isolate was inoculated in avocado plants, and they showed leaf yellowing, leaf flaccidity, growth delay and rotten roots, symptoms commonly observed in avocado wilt, and which, in addition, are similar to those reported for avocado black root rot disease. From the inoculated tissues, the same fungus could be re-isolated confirming Koch´s postulates. The results observed in this work suggested the presence of this disease in Colombia for the first time.

Key words: *Cylindrocarpon destructans*, avocado root rot.

INTRODUCCIÓN

El aguacate es una fruta cotizada a nivel internacional por su sabor y características nutricionales. Actualmente se cultiva en 59 países en regiones tropicales y sub-tropicales (1). México ocupa el primer lugar en plantaciones comerciales con 49% y en los últimos años Colombia incrementó rápidamente el área sembrada hasta ubicarse en segundo lugar con 13%, seguido por Chile (10%) y Estados Unidos (7%); otros países productores son Sudáfrica, Israel, Perú, Australia, España y Kenia, los cuales suman 21% (2, 3).

En Colombia, se siembra aguacate desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, principalmente para el mercado local. La producción se caracteriza por la siembra de árboles nativos principalmente. El aumento del consumo *per capita* interno y su potencial exportador como fruta fresca y procesada, condujo al incremento de la siembra de variedades mejoradas aptas para varios climas, destacándose la variedad Hass para clima frio moderado. La mayor área sembrada de esta variedad se encuentra en el departamento de Antioquia con 2300 ha y con una proyección de 10 000 ha al 2015 (1, 3).

El rápido incremento del área sembrada podría traer problemas de sobreoferta interna, por lo cual hay que considerar los mercados externos, y así aprovechar al máximo el número de tratados de libre comercio que se están firmando y gestionando en la actualidad. Los mercados de exportación exigen productos que cumplan principios básicos de inocuidad, trazabilidad, que su producción sea amigable con el medio ambiente y que busque la salud y bienestar social del productor (3). Esta situación plantea grandes retos tecnológicos para garantizar la sostenibilidad del cultivo, entre ellos los relativos al manejo sanitario de las plantaciones.

El cultivo del aguacate presenta un número importante de problemas fitosanitarios dentro de los cuales se destacan por su importancia las enfermedades radiculares. Las raíces y el sistema vascular de los árboles son afectados por diversos microrganismos que producen síntomas aéreos poco específicos, lo que dificulta su correcto diagnóstico y manejo. En este cultivo se informó *Phytophthora cinnamomi* Rands como el patógeno más limitante del cultivo, señalando que este Oomycete puede causar pérdidas del 90% (4, 5, 6, 7).

Otros patógenos que afectan raíces y la base tallo son: *Phytophthora heveae* Thompson*, Phytophthora citricola* Sawada*, Verticillium* sp.*, Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) Kumm, *Cylindrocladium* sp., *Rosellinia* sp., *Fusarium solani* Sacc*, Fusarium oxysporum* Schlecht*, Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. sensu Gordon*, Rhizoctonia* sp.*, Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar*, Cylindrocladiella* sp.*, Cylindrocarpon* sp.*, Phytium* sp. y los nematodos *Helicotylenchus* sp.*, Rotylenchulus* sp. y *Pratylenchus* sp. (4, 5¸ 8, 9, 10, 11, 12). La complejidad de esta enfermedad se encuentra en el hecho de que muchos de estos patógenos expresan en la planta síntomas similares, caracterizados por marchitez generalizada, estancamiento del desarrollo, pérdida de vigor, color y brillo, así como amarillamiento de las hojas y finalmente en estados avanzados, la muerte de los árboles, afectando plantas en todos sus estados de desarrollo (4, 5, 6).

En Colombia las enfermedades adquiridas a través de la raíz son muy poco estudiadas y el impacto de estas en los cultivos establecidos es prácticamente desconocido; consecuencia de esto se realizan diagnósticos erróneos, los cuales llevan a realizar prácticas inadecuadas de manejo, ocasionando controles errados, costosos y con resultados poco efectivos y eficientes (5, 6, 18). Tamayo (5) planteó que durante el establecimiento de las plantaciones se generan pérdidas entre 30 y 50%. En Colombia, solo se han reportado *P. cinnamomi*, *Verticillium* sp.*, A. mellea*, *Cylindrocladium* sp.*, Rosellinia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. y los nematodos *Helicotylenchus* sp.*, Rotylenchulus* sp.*,* y *Pratylenchus* sp. (5, 6, 13, 14).

Hasta la fecha no se conoce en el país la enfermedad del aguacate denominada pudrición negra de raíces (5, 13, 14), la cual se caracteriza por presentar marchitez y amarillamiento foliar, causando rápidamente la muerte de las plántulas, especialmente en los primeros estados de desarrollo y se considera que el agente causal es el hongo *Cylindrocarpon destructans* (12). Esta enfermedad ha sido descrita en Sur África, Israel, España, Chile, Italia y Australia, afectando plantas en vivero, donde potencialmente puede causar grandes pérdidas económicas y regularmente es confundida con *P. cinnamomi* (8, 9, 12, 15).

En un lote de aguacate ubicado en el Municipio de Don Matías en el Departamento de Antioquia-Colombia, se encontraron 20 plantas enfermas con síntomas típicos de marchitez, a las cuales previamente se les había realizado tratamiento rutinario contra *P. cinnamomi*, ya que se asumió que este patógeno era el responsable de esta sintomatología. El control se aplicó usando un producto con los ingredientes activos mefenoxam y clorotalonil (Ridomil Gold®) (5), pero sin resultados positivos al tratamiento.

El objetivo del estudio fue determinar el agente etiológico responsable de la sintomatología observada en el aguacate en el lote ubicado en el Departamento de Antioquia, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se tomaron en 6 plantas al azar de un total de 20 que presentaban síntomas de marchitez. El campo de 2ha (420 plantas) sembrado a 7x7m de aguacate variedad Hass injertado en patrón desconocido de 25 días de trasplantadas, estaba ubicado en el municipio de Don Matías-vereda Piedrahita, Antioquia-Colombia (6º% 32' 02''N 75º% 24' 53'' O). Se tomaron tejidos de raíces y base del tallo, que se envolvieron en servilletas de papel y se transportaron en bolsas de plásticas hasta el laboratorio de Sanidad Vegetal de La Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. En el laboratorio se realizaron los procedimientos de lavado de muestras, esporulación en cámara húmeda, aislamiento e identificación de microorganismos y las pruebas de patogenicidad.

Aislamiento y caracterización de la cepa en medios de cultivo

En el laboratorio los tejidos de raíz y base del tallo se lavaron con abundante agua del acueducto, se secaron al aire y se seccionaron en trozos pequeños (aproximadamente 0,5 cm^3). Luego se introdujeron en cabina de flujo laminar, se esterilizaron superficialmente con etanol (70%) (30s), y se hicieron lavados con agua destilada estéril (30s), hipoclorito de sodio al 3% (30s) y por último con agua destilada estéril (30s). Después de la desinfestación superficial se cortaron trozos pequeños (3mm^3 aproximadamente) y se sembraron en los medios semi-selectivos para *Phytophthora* spp.: jugo V8 clarificado suplementado con pimaricina (0,01 g/L), ampicilina (0,250 g/L), rifampicina (0,01 g/L), pentacloronitrobenceno (0,1 g/L) e hymexazol (0,05 g/L) (V8-PARPH) y jugo V8 clarificado suplementado con nistatina (0,01 g/L), ampicilina (0,250 g/L), rifampicina (0,01 g/L), pentacloronitrobenceno (0,1 g/L) e hymexazol (0,05 g/L) V8-NARPH (4, 7); papa, dextrosa, agar (PDA)-acidificado con ácido láctico (APDA) y para hongos jugo V8 clarificado (V8). Las cajas Petri se incubaron a 28°C por 15 días, sometidas a 12 horas de luz y 12 de oscuridad.

Únicamente se obtuvieron aislamientos en el medio V8 y APDA. Se observaron en el microscopio de luz (Nikon Eclipse E200) y se identificaron utilizando las claves generales descritas para hongos y las específicas para el género *Cylindrocarpon* sp. (16, 17, 19).

Se evaluaron variables macro y microscópicas. En las primeras se determinó textura de las colonias, color de anverso-reverso, pigmentación y el crecimiento del aislamiento en mm a los 10 días (25ºC) (24, 25). Por su parte, en el estudio microscópico de evaluaron: longitud (L), ancho (A) (ambos expresados en µm), relación L/A y el número de septos, macroconidias y microconidias. En las clamidosporas se midió el diámetro (16, 17).

Las mediciones para determinar tamaños y relaciones de características taxonómicas del aislado, se realizaron en 20 estructuras individuales. Para los datos obtenidos se determinó la media y la respectiva desviación estándar en el programa Excel de Microsoft.

Pruebas de patogenicidad sobre *P. americana*

Se utilizaron semillas de *P. americana* raza guatemalteca, por presentar mayor susceptibilidad a los patógenos asociados a la marchitez (20). Se realizó un tratamiento hidrotérmico a 48-50ºC (30min) para desinfección superficial, seguido de baño en mezcla de fungicida carboxín + captan (15min) (5). Posteriormente se realizó un pre-tratamiento para acelerar la germinación, el cual consistió en la remoción de la testa, corte basal de 2 a 4mm y corte apical de 10 a 20mm (1).

Las semillas se sembraron en bolsas (22cm de diámetro y 44cm de altura, calibre 3,5), con sustrato (50% suelo, 25% cascarilla de arroz, 25% humus) previamente esterilizado en autoclave (15 libras de presión, dos ciclos de 1h). Las plantas se mantuvieron en condiciones de casa de malla y se fertilizaron con solución nutritiva Hoagland.

La inoculación de hizo a partir del aislado de *C. destructans* obtenido en los medios y se utilizó la metodología de Besoain y Piontelli (12), con un nivel de inoculo de 10^6conidios.ml^{-1} con agua destilada estéril. Se realizaron tres tratamientos: aplicación de 300ml de solución con propágulos directamente a cada bolsa con sustrato (T0), semillas sumergidas en solución con propágulos por 15 min (T1) y un control con aplicación de agua destilada estéril sin propágulos (T). Se utilizaron 5 plántulas por cada tratamiento.

El experimento se culminó a los 80 días de haber sido inoculadas las plantas (17), durante el período se registraron semanalmente todos los síntomas que aparecieron. Al final se midieron los siguientes parámetros en las plantas: longitud de raíz y tallo, número de raíces, diámetro del tallo, biomasa seca de raíz y parte aérea, y área foliar.

Para comprobar que el aislamiento inoculado e identificado con base en características morfológicas estuviera relacionado con los síntomas que se observaron durante el período después de la inoculación, se re-aisló el microrganismo tomando tejidos de raíz y sembrándolos en los medios semi-selectivos.

Para este experimento se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Para comprobar las variedades de desarrollo se realizó un ANOVA y las diferencias significativas se establecieron a través de la prueba de medias de Duncan (p< 0,05). Los cálculos se realizaron usando el programa computacional SAS, 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que el 4,76% de las plantas de aguacate con copa variedad Hass en el lote, presentaron síntomas de marchitez, los que aparecieron entre 20 y 30 días después de su trasplante (ddt) al campo. Las plantas sintomáticas se presentaron dentro del lote sin un patrón de distribución espacial definido y mostraron en las etapas iniciales (20-60 ddt) amarillamiento generalizado, retraso en el crecimiento y flacidez de tejidos foliares (Fig. A,B). Para el tercer mes la sintomatología progresó hacia defoliación (Fig.1C) y necrosis descendente, terminando con la muerte de las plantas. Estos aspectos no fueron observados en plantas sanas sembradas simultáneamente (Fig. 1E).

En el examen de las plantas muertas se observó necrosis radical (Fig. 1D). Síntomas similares en la parte aérea y raíz se informaron con frecuencia en los cultivos de aguacate y comúnmente se asociaron con la tristeza causada por el Oomycete *P. cinnamomi*. Sin embargo, esta sintomatología puede ser ocasionada también por múltiples factores, los cuales pueden tener un origen biótico o abiótico (5, 6, 7).

En este campo, el tratamiento a base de mefenoxam y clorotalonil (Ridomil Gold®) que utilizó el productor no fue efectivo y no se recuperaron las plantas enfermas con marchitez. Este producto sistémico es eficaz para oomycetos, como *Phytophthora* spp. y no actúa apropiadamente sobre hongos u otros microorganismos, lo que hizo pensar desde el inicio del estudio que el agente causal de la sintomatología observada no era un oomyceto, o era una cepa de un oomyceto resistente al producto utilizado, por ello se llevó a cabo el estudio del agente etiológico.

Patologías como la marchitez, asociadas a múltiples agentes causales, un diagnóstico basado única-

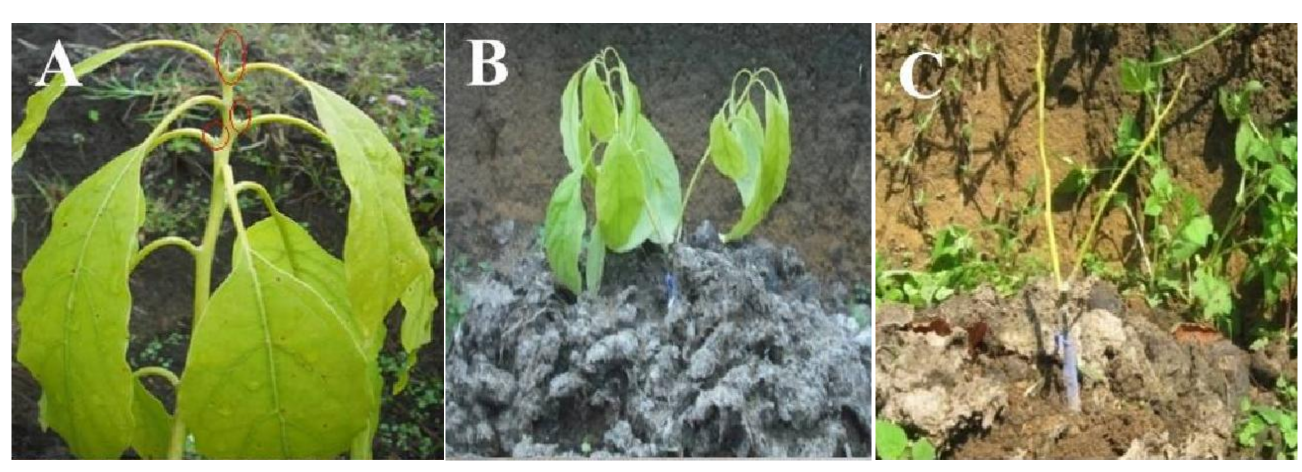




FIGURA 1. Dinámica de la sintomatología en plántulas de aguacate en campo afectadas con *C. destructans.*/ *Symptom dynamics in avocado plants infected with* ***C. destructans*** *in the field.*

Leyenda: A: síntomas iniciales en campo./ *A: initial symptoms in the field.* B: síntomas 60 días después de la identificación en campo./ *B: symptoms 60 days after in-field detection.* C: síntomas 90 días después de la detección en campo./ *C: symptoms 90 days after in-field detection.* D: pudrición negra en el sistema de raíces afectado por *C. destructans.*/ *D: black root rot in the root system affected by C. destructans.* E: plantas sanas a los 3 meses de edad./ *E: three months old healthy plants.*

mente en la sintomatología observada en campo, puede conducir a un control equivocado, pues usualmente es dirigido al control de *P. cinnamomi* como único agente causal. Por ello, frecuentemente se hacen aplicaciones de tratamientos costosos con moléculas de uso específico para oomycetos, los cuales no fueron efectivos sobe el patógeno y termina con la muerte de los árboles (18).

Aislamiento y caracterización de la cepa en medios de cultivo

A partir de las muestras de raíces obtenidas de las plantas con síntomas de marchitez, se obtuvo un aislamiento tipo, cuyo micelio se caracterizó en APDA por presentar crecimiento rápido, y que alcanzó entre 30-60mm a 28°C, a los diez días después de la siembra. El micelio aéreo presentó textura aterciopelada o lanosa y en el anverso exhibió coloración hialina de tonalidad beige. Después de 7-9 días de incubación, esta coloración se tornó café crema; mientras que el reverso tomó diferentes tonos de amarillo, naranja y marrón (Fig. 2).

El crecimiento en medio V8, fue más lento que en APDA. Las colonias presentaron micelio algodonoso y disperso, de coloración blanca a crema en el adnverso y marrón en el reverso (Fig. 2).

Por su parte, en los medios semi-selectivos para *Phytophthora* spp. (V8-PARPH y V8-NARPH) no se logró recuperar ningún tipo de aislamiento.

A partir del tejido del hongo crecido en APDA y V8 y de estructuras presentes sobre raíces de plantas con marchitez (incubadas en cámara húmeda), se observaron macroconidias en esporodoquio, lisas, de formas rectas o ligeramente curvadas, cilíndricas a fusoides, con los extremos rectos o redondeados, base de inserción ligeramente protuberante, con presencia de 1 a 3 septos, usualmente 3 (Fig.3A). La longitud media para las macroconidias fue 30,22 ± 3,81 µm y 5,80 ± 1,2 µm de ancho y una relación L/A de 5,22.

Se observó poca abundancia de microconidias y cuando estuvieron presentes exhibieron aspecto liso, elipsoides a cilíndricas, forma recta o ligeramente curvada, con extremos redondeados y presencia de 0 ó 1 septo. La longitud media de las microconidias fue 9,87 ± 3,3 µm de largo, 2,30 ± 0,4 µm de ancho y relación L/A de 4,24 µm. En los medios de cultivos se identificaron clamidosporas de coloración hialina y marrón, globosas, lisas, aisladas o en cadenas o agrupadas de forma intercalar o terminal (Fig. 3B), con diámetro promedio de 9,80 ± 2,0 µm.

Las descripciones y los parámetros morfométricos correspondieron a un microorganismo clasificado en el género *Cylindrocarpon*. A partir de las claves especificas para este grupo (16, 17), se determinó que el microrganismo aislado de las raíces de plantas de aguacate variedad Hass, con síntomas de marchitez, correspondió a *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten. En este trabajo no se observó la fase sexual

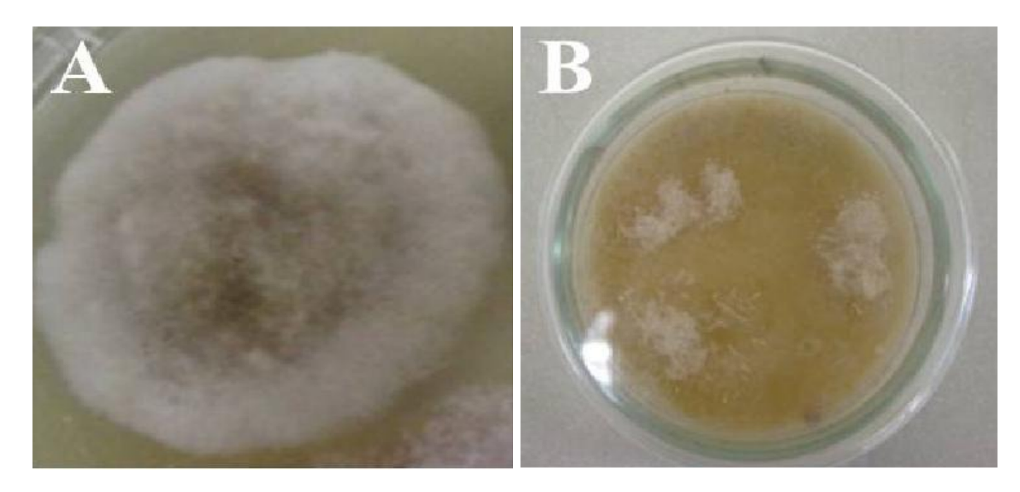


FIGURA 2. Características de las colonias de *Cylindrocarpon destructans* en los medios de cultivo papa- dextrosa-agar acidificado (APAD) y jugo V-8-agar./ ***Cylindrocarpon destructans*** *colony characteristics on acidified potato-dextrose-agar (PDAA) and V8 juice-agar media.*
Leyenda: A: *C. destructans* creciendo en APDA, abundante micelio aéreo y textura algodonosa./ A: *C. destructans* growing in PDAA, abundant mycelia and cottony texture. B: *C. destructans* creciendo en agar-jugo V-8./ B: *C. destructans* growing in V8 juice-agar.

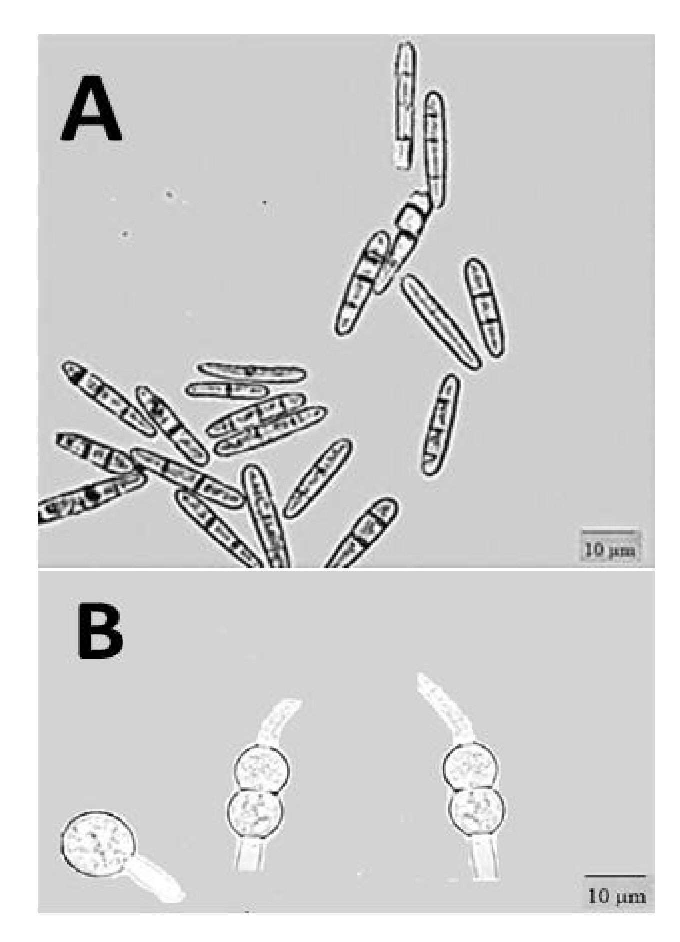


FIGURA 3. Estructuras microscópicas del aislamiento de *C. destructans* proveniente de plantas enfermas de aguacate del Departamento Antioquia, Colombia./ ***C. destructans*** *microscopic structures*.
Leyenda: A: macroconidias del aislamiento; observación microscopio de luz (1000X)./ A: isolate.macroconidia; light microscopy observation (1000X). B: clamidosporas del aislamiento, observación microscopio de luz (1000X)./ B: isolate. chlamydospores; light microscopy observation (1000X).

o teleomórfica, descrita como *Neonectria radicicola* (12, 17, 19).

El género *Cylindrocarpon* fue descrito por primera vez en el año 1913 (16). Este género está clasificado dentro del grupo de los hongos mitospóricos, su forma sexual corresponde al género *Neonectria*, el cual se ubica dentro de la familia Nectriaceae, orden Hypocreales, clase Ascomycetes (21, 22). Si bien *Cylindrocarpon* fue descrito a principios del siglo XX, la primera aproximación detallada a este género fue efectuada en la década de los años 60 del siglo XX (16). Estudios filogenéticos recientes han confirmado la correspondencia *Neonectria* - *Cylindrocarpon*. En esos estudios quedó demostrado que *Cylindrocarpon* y *Neonectria* son monofiléticos (21, 22).

Pruebas de patogenicidad sobre *P. americana*

Las plántulas sembradas en suelo inoculado (T0), mostraron amarillamiento foliar a los 30ddi; a los 50 ddi se observó flacidez foliar y retraso en el crecimiento respecto al testigo sin inocular (T). Hacia los 70 ddi, las plántulas bajo T0 iniciaron un proceso de defoliación con muerte descendente. En la inspección visual de las raíces de las plantas enfermas se encontró necrosis.

Las plántulas provenientes de semillas inoculadas con el hongo (T1), presentaron sintomatología similar al tratamiento T0, pero la aparición de síntomas requirió mayor tiempo (45 ddi) (Fig. 4). En las plantas testigo (T) no se observaron síntomas durante el periodo de evaluación.

Se observó un incremento significativo (P< 0.05) en la longitud y número de raíces en el testigo no inoculado (T), comparado con la inoculación con propágulos del hongo al sustrato (T0). La biomasa de raíces y la altura del tallo, disminuyeron significativamente cuando se inoculó el hongo al suelo (T0), o a la semilla (T1), con relación al testigo sin hongo (T) (P< 0.05) (Tabla 1).

Se observó una disminución significativa (P< 0.05) en las variables diámetro del tallo y biomasa aérea, en el tratamiento donde se adicionaron al sustrato los propágulos del hongo. Los resultados obtenidos sugieren que la cepa aislada de *C. destructans* ejerció un efecto detrimental sobre las variables de crecimiento y desarrollo de las plantas susceptibles de aguacate (Fig. 4, Tabla 1).

Los síntomas en campo (Fig. 1) e invernadero (Fig. 4) y las descripciones morfológicas del aislamiento (Figs. 2 y 3), concuerdan con lo notificado por diversos autores para la enfermedad del aguacate denominada pudrición negra de raíces, causada por el hongo *C. destructans* (12,13, 15), la que fue informada en viveros y plantas recién sembradas en campo en otros países. Esta enfermedad no apareció registrada en los directorios de patógenos de plantas, ni en la literatura revisada para Colombia (5, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 20).

En este trabajo se presentaron síntomas en plantas con menos de un mes de trasplantadas al campo y provenientes del vivero, lo cual podría indicar una infección desde esa fase o la presencia de inóculo en el suelo del campo.

La reducción en el desarrollo de las plántulas de *P. americana* en presencia *C. destructans* se debe a que el hongo penetra por raíces y las necrosa, causando

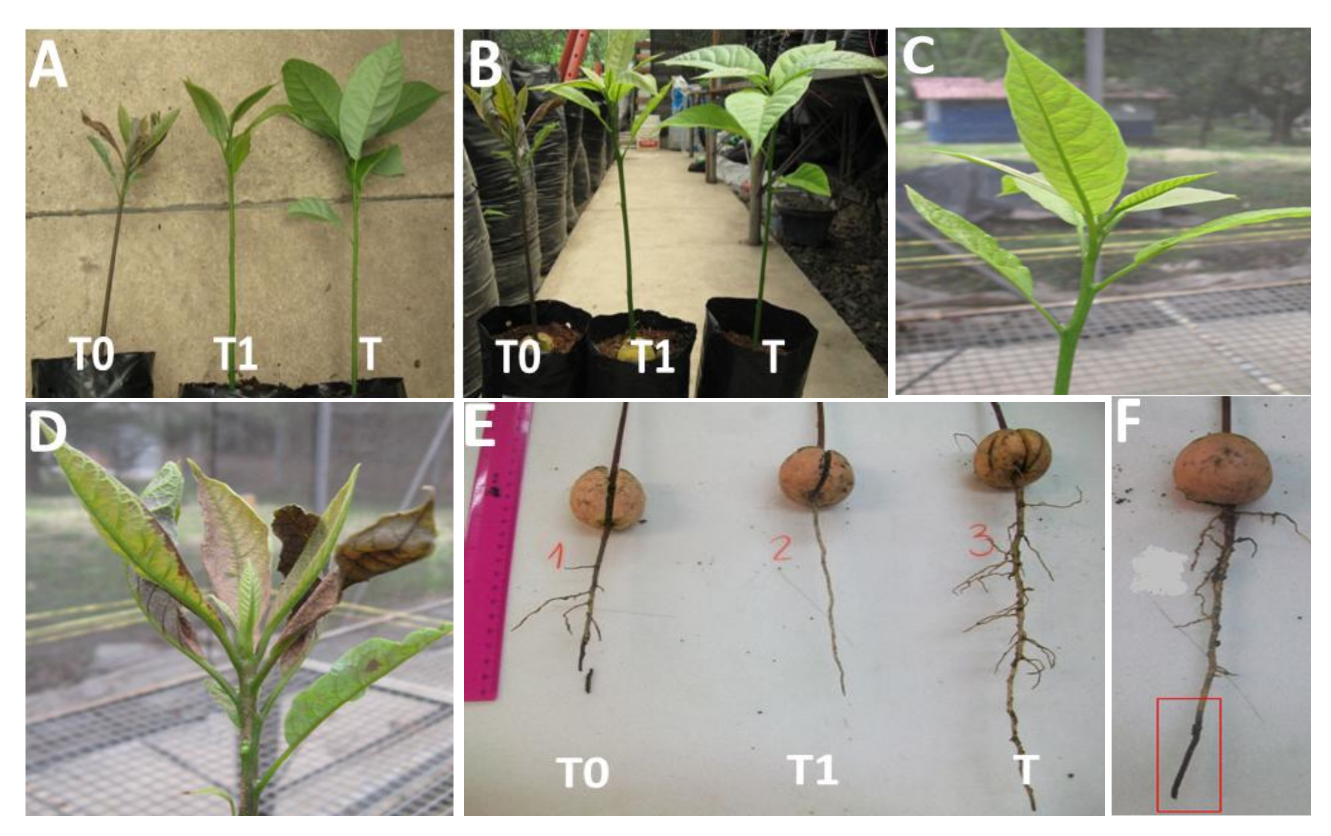


FIGURA 4. Pruebas de patogenicidad de *C. destructans* en plantas de aguacate (1 x 10^6conidias / ml). Las fotografías se tomaron a 80 días después de la inoculación. Las figuras son representativas de una muestra de 5 plántulas por cada tratamiento./ ***C. destructans*** *pathogenicity tests in avocado plants (1 x 10^6 conidia / ml). Pictures were taken 80 days after inoculation. Pictures are representative from 5 plant replicas per treatment.*

Leyenda: A y B: pruebas de patogenicidad en casa-malla./ A and B: net-house pathogenicity tests. C: amarillamiento foliar en plántulas inoculadas./ C: leaf yellowing on inoculated plants. D: muerte descendente en plántulas inoculadas./ D: dieback of inoculated plants. E: diferencias en el desarrollo del sistema radicular en los distintos tratamientos. E: root development differences observed as result of different treatments. F: pudrición negra de raíces de plántulas inoculadas con *C. destructans*./ F: black root rot of seedlings inoculated with *C. destructans*.

TABLA 1. Variables de desarrollo de las plantas evaluadas en las pruebas de patogenicidad./ *Plant development variables evaluated in the pathogenicity tests.*

Tratamiento	Longitud de raíz (cm) X±ES	Numero de raíces X±ES	Biomasa raíces (g) X±ES	Altura del tallo (cm) X±ES	Diámetro del tallo (cm) X±ES	Biomasa aérea (g) X±ES
T	30,07 ± 5 a	24 ± 4 a	5,10 ±2 a	37,84 ± 6 a	0,68 ± 0.1 a	6,49 ± 1 a
T0	20,16 ± 4 b	18 ± 4 b	1,98 ± 1 c	24,50 ± 5 c	0,60 ± 0.1 b	3,91 ± 1 b
T1	24,72 ± 5 ab	21,60 ± 3 ab	2,61 ± 1 b	29,27 ± 5 b	0,66 ± 0.1 a	5,25 ± 1 ab

Valores con diferente letra en cada columna, presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan, $P \leq 0{,}05$. / Means followed by a different letter represents statistically significant differences, determined by the Duncan test, $P \leq 0{,}05$.

principalmente decaimiento y muerte de plantas usualmente jóvenes (17, 23). Algunas especies de *Cylindrocarpon* ocasionan enfermedades en plantas de vivero, plantaciones jóvenes de vid, semilleros forestales especialmente de coníferas y ginseng (*Pana quinquefolius* L.), entre otras especies (23, 24, 25).

En general, las patologías ocasionadas por *Cylindrocarpon* spp., presentan poca trascendencia

aunque, en algunas ocasiones, provocan pérdidas económicas muy importantes (12, 15). Se informó que los hongos pertenecientes al género *Cylindrocarpon* se desarrollan preferiblemente en condiciones de saturación de agua (24, 25), situación similar a las reportadas para otros patógenos del suelo en cultivos de aguacate, como ocurre con el patógenos *P. cinnamomi* (4, 5, 6, 7).

La confusión en el diagnóstico de los agentes causales de enfermedades que presentan síntomas similares ocasiona grandes pérdidas económicas por el uso de productos costosos y la pérdida de los árboles, usualmente en edad productiva. En el cultivo del aguacate, frecuentemente se responsabiliza al oomycete *P. cinnamomi* de los síntomas de la tristeza y en este trabajo se demostró que pueden estar asociados a otros patógenos como *C. destructans*.

Los productos fitosanitarios que controlan organismos oomycetos, como los basados en mefenoxam, metalaxyl y cimoxanil, no son efectivos para el control de *C. destructans*, por lo que resulta imprescindible implementar un sistema de diagnóstico oportuno y preciso de este hongo, para poder efectuar tratamientos efectivos y eficaces de la enfermedad.

Así mismo, resulta importante incrementar los controles en la calidad de las plantas provenientes de vivero, con el fin de evitar la dispersión de enfermedades desde esos sitios.

REFERENCIAS

1. Bernal A, Cipriano A. Tecnología para el cultivo de Aguacate. Manual técnico 5 CORPOICA Centro de Investigación la Selva. Ríonegro, Antioquia. 2008; 241p.

2. Guerrero T, Nieves B, Barriga F, Aguirre S, Coria V. Recuperación de arboles de aguacate infectados con *Phytophthora cinnamomi* Rands bajo control biológico y químico. En: Memorias del VII Congreso Mundial del Aguacate. Cairns. Australia. 2011; 20-43 p.

3. Mejía A. Cadena Productiva del Aguacate en Colombia. Consejo Nacional del Aguacate. En: Memorias del II Encuentro de la cadena productiva del aguacate. Ríonegro (Antioquia-Colombia). 2010; 1-30p

4. Pérez M. Significant Avocado Diseases Caused by Fungi and Oomycetes. Eur J Plant Sci Biotech. 2008;2(1):1-24.

5. Tamayo PJ. Enfermedades del aguacate. Rev Politécnica. 2007;4:52-71.

6. Ciro D, Rendon K, Navarro R. Reconocimiento de la pudrición de raíces (*Phytophthora cinnamomi*) en aguacate (*Persea americana*) en Antioquia. Rev. Universidad Católica de Oriente. 2006; 22:41-51.

7. Zentmyer GA. *Phytophthora cinnamomi* and diseases it causes. Am Phytopathol Soc Monogr. No. 10. 1980; 96 p.

8. Vitale A, Aiello D, Guarnaccia V, Perrone G, Stea G, Polizzi G. First Report of Root Rot Caused by *Ilyonectria* (=*Neonectria*) *macrodidyma* on Avocado (*Persea americana*) in Italy. J Phytopathol. 2012;160:156-159.

9. Dann E, Forsberg L, Kooke A, Pegg K, Shivas R, Tan Y. The 'Cylindro' complex of avocado root pathogens. En: Memorias del VII Congreso Mundial del Aguacate. Cairns. Australia. 2011;1-12 p.

10. Bonilla T, Sánchez P, Gonzales M, Pérez M. *Neofusicoccum parvum* y *Phytium vexans*: nuevos patógenos del aguacate descritos en Andalucía. En Memorias del VII Congreso Mundial del Aguacate. Cairns. Australia. 2011; 1-5 p.

11. Morales JG. Enfermedades de poscosecha del fruto de aguacate: Fitosanidad. En: Memorias del III Congreso Latinoamericana del Aguacate. Santiago de Chile. Chile. 2009; 1:44p.

12. Besoain X, Piontelli E. Pudrición negra en raicillas de palto (*Persea americana*) por *Cylindrocarpon destructans*: patogenicidad y aspectos epidemiológicos. B Micológico. 1999;14(1-2):41-47.

13. Navarro R. Enfermedades del aguacate (*Persea americana*). Rev. Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Antioquia. 1987;1(1):23-28.

14. Buriticá PE. Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Santafé de Bogotá. 1999; 329p.

15. Zilberstein M, Noy M, Levy E, Elkind G, Zeidan M, Teverovski E, Ben Ze'ev I. Wilting disease of young avocado trees caused by *Neonectria radicicola*

in Israel. In 6th World Avocado Congress'. Viña Del Mar, Chile. 2007; 25-30 p.

16.Booth C. The genus *Cylindrocarpon*. Mycol. Papers.1966;104:1-56.

17.Samuels G, Brayford D. Variation in *Nectria radicicola* and its anamorph, *Cylindrocarpon destructans*. Mycol Res. 1990;94:433-442.

18.Aproare Sat. Línea base o diagnóstico de campo. Informativo el aguacate. 2009;2(1):5-7.

19.Chaverri P, Salgado C, HirookaY, Rossman A, Samuels G. Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (*Nectriaceae, Hypocreales,* Ascomycota) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. Stud Mycol. 2011;68:57-78.

20.Ben-Ya'acov A, Frenkel M. Sensitivity of avocado rootstocks to *Verticillium* wilt. Calif Avocado Soc Yearb. 1973;57:111-113.

21.Brayford D, Honda B, Mantiri F, Samuels G. *Neonectria* and *Cylindrocarpon*: the *Nectria* mammoidea group and species lacking microconidia. Mycologia. 2004;96:572-597.

22. Mantiri F, Samuels G, Rahe J, Honda B. Phylogenetic relationships in *Neonectria* species having *Cylindrocarpon* anamorphs inferred from mitochondrial ribosomal DNA sequences. Can J Botany. 2001;79:334-340.

23. Halleen F, Schroers H, Groenewald J, Crous P. Novel species of *Cylindrocarpon* (*Neonectria*) and *Campylocarpon* gen. nov. associated with black foot disease of grapevines (*Vitis* spp.). Stud Mycol. 2004;50:431-455.

24. Mahfuzur R, Punja Z. Factors influencing development of root rot on ginseng caused by *Cylindrocarpon destructans*. Phytopathology. 2005; 95: 1381-1390.

25. Reeleder R, Brammal R. Pathogenicity of *Pythium*s species, *Cylindrocarpon destructans*, and *Rhizoctonia solani* to ginseng seedling in Ontario. Can J Plant Pathol. 1994;16:311-316.

Recibido: 17-2-2012.
Aceptado: 11-10-2012.